

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-276765

(43)Date of publication of application : 25.09.2002

(51)Int.Cl.

F16H 25/22

F16H 25/24

(21)Application number : 2001-080678

(71)Applicant : NTN CORP

(22)Date of filing : 21.03.2001

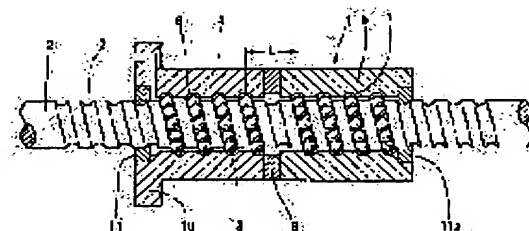
(72)Inventor : NAKASEKI TSUGUTO  
KAWASE TATSUO  
TAMOTO HIDEKI

## (54) DOUBLE NUT PRELOADING TYPE BALL SCREW

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To avoid three-contact state of a ball with a ball screw groove during operation of a double nut preloading type ball screw, prevent increase of rotary torque by increase of friction loss, thereby maintaining good power transmission efficiency, and realize easy assembling.

**SOLUTION:** This double nut preloading type ball screw 1 comprises a ball screw shaft 2 forming a screw groove 3; ball nuts 4, 5 externally fitted on the ball screw shaft 2 and forming screw grooves 6, 7 facing the screw groove 3; a plurality of balls 8 contained rotationally between the screw grooves, the ball nuts 4, 5 are being arranged through a spacer ring 9. A sectional shape of the screw groove is formed by a single diameter, and an initial contact angle  $\phi$  of the ball 8 with the screw groove, or the like is optimized, whereby a ball 8 and the screw groove maintain two point contact state.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-276765

(P2002-276765A)

(43) 公開日 平成14年9月25日 (2002.9.25)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

F 1 6 H 25/22

識別記号

F I

F 1 6 H 25/22

テ-マ-ト<sup>\*</sup> (参考)

M 3 J 0 6 2

K

L

B

25/24

25/24

審査請求 未請求 請求項の数7 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2001-80678 (P2001-80678)

(22) 出願日 平成13年3月21日 (2001.3.21)

(71) 出願人 000102692

エヌティエヌ株式会社

大阪府大阪市西区京町堀1丁目3番17号

(72) 発明者 中関 嗣人

三重県桑名市大字東方字尾弓田3066 エヌ

ティエヌ株式会社内

(72) 発明者 川瀬 達夫

三重県桑名市大字東方字尾弓田3066 エヌ

ティエヌ株式会社内

(74) 代理人 100074206

弁理士 鎌田 文二 (外2名)

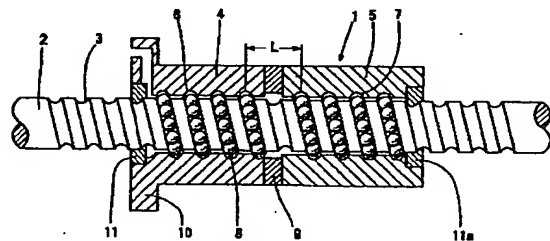
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ダブルナット予圧式ボールねじ

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】ダブルナット予圧式ボールねじの作動時に、ボールのボールねじ溝への3点接触状態を回避し、摩擦損失の増加による回転トルクの増大などを防止して動力伝達効率を良好に保ち、かつ、組立てをしやすいとする。

【解決手段】ねじ溝3が形成されたボールねじ軸2と、それに外嵌され、前記ねじ溝3に対向するねじ溝6、7が形成されたボールナット4、5と、前記ねじ溝間に転動自在に収容された多数のボール8とからなり、前記ボールナット4、5が、スペーサリング9を介して配置されたダブルナット予圧式ボールねじ1において、前記ねじ溝の断面形状を単一半径で形成し、ボール8と前記ねじ溝との初期接触角 $\theta$ などを適正化して、ボール8と前記ねじ溝とが常に2点接触状態を保つようにした。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 ボールねじ軸と、それに外嵌するボールナットと、前記ボールねじとボールナットにそれぞれ形成されたボールねじ溝の間に転動自在に収容された多数のボールとからなり、前記ボールナットが軸方向に二体配置され、ボールと両ボールねじ溝間に予圧を与えたダブルナット予圧式ボールねじにおいて、前記両ボールねじ溝の断面形状を、ボールの半径よりも大きい単一半径の円弧でそれぞれ形成することにより、ボールとボールねじ溝との接触を2点接触状態としたことを特徴とするダブルナット予圧式ボールねじ。

【請求項2】 ボールねじ軸と、それに外嵌するボールナットと、前記ボールねじとボールナットにそれぞれ形成されたボールねじ溝の間に転動自在に収容された多数のボールとからなり、前記ボールナットが軸方向に二体配置され、ボールと両ボールねじ溝間に予圧を与えたダブルナット予圧式ボールねじにおいて、前記ボールねじ溝のいずれか一方のボールねじ溝の断面形状を、凹条と、その両側の、ボールの半径よりも大きい単一半径の円弧で形成し、他方のねじ溝の断面形状をボールの半径よりも大きい単一半径の円弧で形成することにより、ボールとボールねじ溝との接触を2点接触状態としたことを特徴とするダブルナット予圧式ボールねじ。

【請求項3】 ボールねじ軸と、それに外嵌するボールナットと、前記ボールねじとボールナットにそれぞれ形成されたボールねじ溝の間に転動自在に収容された多数のボールとからなり、前記ボールナットが軸方向に二体配置され、ボールと両ボールねじ溝間に予圧を与えたダブルナット予圧式ボールねじにおいて、前記両ボールねじ溝の断面形状をいずれも、凹条と、この凹条の両側のボールの半径よりも大きい単一半径の円弧で形成することにより、ボールとボールねじ溝との接触を2点接触状態としたことを特徴とするダブルナット予圧式ボールねじ。

【請求項4】 ボールねじ軸と、それに外嵌するボールナットと、前記ボールねじとボールナットにそれぞれ形成されたボールねじ溝の間に転動自在に収容された多数のボールとからなり、前記ボールナットが軸方向に二体配置され、ボールと両ボールねじ溝間に予圧を与えたダブルナット予圧式ボールねじにおいて、前記ボールねじ軸のボールねじ溝の断面形状と、前記ボールナットのボールねじ溝のボールと接触する半分側の断面形状をいずれも単一半径の円弧で形成し、前記ボールねじ溝の他の半分側の断面形状を、ボールの転動挙動に干渉しない任意の形状に形成し、ボールとボールねじ溝との接触を2点接触状態としたことを特徴とするダブルナット予圧式ボールねじ。

【請求項5】 前記ボールと両ボールねじ溝との初期接触角 $\theta$ が $40^\circ$ から $50^\circ$ の範囲にあることを特徴とする請求項1から4のいずれかに記載のダブルナット予圧

式ボールねじ。

【請求項6】 前記ボールねじ軸及びボールナットのボールねじ溝の単一半径と前記ボールの直径との比率が0.5よりも大きく、0.52以下であることを特徴とする請求項1から5のいずれかに記載のダブルナット予圧式ボールねじ。

【請求項7】 前記ボール間に間隔保持部材を挿入したことを特徴とする請求項1から6のいずれかに記載のダブルナット予圧式ボールねじ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、工作機械、半導体製造装置、ロボット、射出成形機、電動パワーステアリングなどの各種の産業機械や装置等に使用されるダブルナット予圧式のボールねじに関する。

【0002】

【従来の技術】ダブルナット予圧式のボールねじ21は、通常、図8(a)及び(b)に示すように、ボールねじ軸22の外周面にボールねじ溝23が形成され、このボールねじ軸22にボールナット24、25が外嵌され、その内周面に前記ねじ溝23に対向するボールねじ溝26、27が形成され、対向するねじ溝23、26及び23、27間にボール28が転動自在に介在させてある。前記ボールナット24、25は、タンデムに配置され、これらのボールナット24、25間にスペーサリング29を設けた構造となっている。

【0003】前記ボールナット24の一端側には、前記の産業機械や装置などに取り付けるためのフランジ部30が形成され、ボールナット24、25の端面には異物の侵入を防止するために、シール31、31aが装着されている。そして、ボールナット24、25の各端部に、軸方向に垂直に設けた挿入穴32及び32aに、コ字形のボール28のリターンチューブ33及び33aの両端部が挿入され、前記リターンチューブ33、33aは、固定金具34、34aによって、ボールナット24、25に固定されている。

【0004】前記ボールねじ溝23、26及び27は、ボールナット24、25側の横断面形状をそれぞれ図9(a)及び(b)に示すように、通常、ゴシックアーチ状に形成され、前記スペーサリング29の介在により、ボールナット24、25のボールねじ溝26、27は、ボールねじ軸22のボールねじ溝23に対して、それぞれ相反する方向にずれて、ボール28とボールねじ溝23、26間、及びボール28とボールねじ溝23、27間に、ボール28が前記ボールねじ溝間に転動しやすいうように、適度の引張り予圧が付与されるようになっている。

【0005】前記ボールねじ軸22を回転させてボールねじ21を作動させると、ボール28は、ボールねじ溝23と26、及びボールねじ溝23と27との接触点J

1、J2において受けるすべり摩擦力によって、両ボールねじ溝間をらせん方向に転動し、ボールナット24、25の図示左端に達し、リターンチューブ33及び33aの図示左側の端部から図示右方向にリターンチューブ33及び33a内を移動し、図示右側の端部からボールねじ溝23、26間、及びボールねじ溝23、27間にそれぞれ戻される。このように、ボールねじ軸22を回転させると、転動するボール28を介して、ボールナット24、25に動力が伝達される。

【0006】図9(a)及び(b)に示したように、ボール28は、ボールナット24、25側のいずれについても、ボールねじ軸22側のボールねじ溝23と、ボールナット24、25側のボールねじ溝26、27とに、それぞれ接触点J1及びJ2で、1点ずつ接した2点接触状態となる。この状態でボールねじ軸22を回転させてボールねじ21を作動させると、ボール28は、前記接触点J1、J2において受けるすべり摩擦力によって、図中に示した矢印のいずれかの方向に移動し、ボールねじ溝の弾性変形により、ボールねじ溝23と26、及びボールねじ溝23と27に食い込む。この反作用として、ボール28をはじき出そうとする力、即ち弾性復元力がボール28に作用し、この弾性復元力が前記すべり摩擦力と釣り合うまで、ボール28は転動方向と直角方向に移動し、定常状態に達して、前述のように、ボールねじ溝23、26間、及びボールねじ溝23、27間を転動する。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかし、図9(a)及び(b)に示したように、ボールねじ溝23、26及び27の横断面形状がゴシックアーチ形状であるため、ボール28が移動して、前記の力の釣り合い状態、即ち定常状態に達する前に、ボールねじ軸22のボールねじ溝23またはボールナット24、25のボールねじ溝26、27と接触点J3において3点目の接触をし、この状態で転動することになるので、2点接触時よりも摩擦損失が増加して、ボールねじ軸22の回転トルクが増大するという問題点があった。

【0008】また、前記の定常状態に達するまで、2点接触状態を保つようにすれば、従来、前記定常状態に達するまでに、前記の3点目の接触によって抑制されていたボールの転動方向に直角な方向の移動量が増加して、隣り合うボール同士が競り合い、ボールねじ軸に大きな回転トルク変動を引き起こす懸念がある。

【0009】さらに、転動状態を良好にするために、前記ボールねじ溝の円弧の半径をボールのそれに近づけると、ボールねじが組み立てにくくなるという問題点があった。

【0010】そこで、この発明の課題は、ダブルナット予圧式ボールねじを作動させたときにボールのボールねじ溝への3点接触の発生を回避し、摩擦損失の増加によ

る回転トルクの増大や変動を防止して、動力伝達効率を良好に保つことができ、かつ、前記ボールねじを組立てやすくすることである。

【0011】

【課題を解決するための手段】前記の課題を解決するために、この発明では以下の構成を採用したのである。

【0012】即ち、ボールねじ軸と、それに外嵌するボールナットと、前記ボールねじとボールナットにそれぞれ形成されたボールねじ溝の間に転動自在に収容された多数のボールとからなり、前記ボールナットが軸方向に二体配置され、ボールと両ボールねじ溝間に予圧を与えたダブルナット予圧式ボールねじにおいて、前記両ボールねじ溝の断面形状を、ボールの半径よりも大きい単一半径の円弧でそれぞれ形成することにより、ボールとボールねじ溝との接触を2点接触状態としたのである。

【0013】このようにすれば、ボールねじ軸を回転させてボールねじを作動させると、その作動時において、ボールねじ軸のボールねじ溝及びボールナットのボールねじ溝にそれぞれ1点ずつ接触した2点接触状態のボールは、ボールねじ溝との接触点において受けるすべり摩擦力により、前述のように、まず、転動方向に直角方向に移動するが、単一半径の円弧で形成されたボールねじは、前記円弧の半径が同じであっても、ボールねじ軸のボールねじ溝またはボールナットのボールねじ溝と3点目の接触をせず、前述の定常状態に達する。そして、2点接触状態を保って、両ボールねじ溝間をらせん方向に転動する。それにより、ボールのねじ溝との接触点の増加を回避でき、摩擦損失の増加による回転トルクの増大を防止でき、動力伝達効率を良好に保つことができる。

【0014】ボールねじ軸と、それに外嵌するボールナットと、前記ボールねじとボールナットにそれぞれ形成されたボールねじ溝の間に転動自在に収容された多数のボールとからなり、前記ボールナットが軸方向に二体配置され、ボールと両ボールねじ溝間に予圧を与えたダブルナット予圧式ボールねじにおいて、前記ボールねじ溝のいずれか一方のボールねじ溝の断面形状を、凹条と、その両側の、ボールの半径よりも大きい単一半径の円弧で形成し、他方のねじ溝の断面形状をボールの半径よりも大きい単一半径の円弧で形成することにより、ボールとボールねじ溝との接触を2点接触状態とすることもできる。

【0015】このようにすれば、ボールねじ溝の幅を、その円弧の半径を大きくせずに広げることのできるで、転動状態を安定させるためにボールねじ溝の半径をボールのそれに近づけても、ボールねじが組み立てにくくなることはなく、2点接触状態を保つことにより、ボールと前記ねじ溝との接触点の増加を回避でき、摩擦損失の増大による回転トルクの増加、即ち動力伝達効率の低下を防止することができる。

【0016】ボールねじ軸と、それに外嵌するボールナ

ットと、前記ボールねじとボールナットにそれぞれ形成されたボールねじ溝の間に転動自在に収容された多数のボールとからなり、前記ボールナットが軸方向に二体配置され、ボールと両ボールねじ溝間に予圧を与えたダブルナット予圧式ボールねじにおいて、前記両ボールねじ溝の断面形状をいずれも、凹条と、この凹条の両側のボールの半径よりも大きい単一半径の円弧で形成することにより、ボールとボールねじ溝との接触を2点接触状態とすることもできる。

【0017】このようにすれば、ボールねじ軸及びボールナットのいずれのボールねじ溝の幅も、その円弧の半径を大きくせずに広げることができるので、転動状態を安定させるために、ボールねじ溝を、その半径をボールのそれに近づけて形成しても、ボールねじの組み立てが容易となる。そして、前述の場合と同様に、2点接触状態を保てるので、摩擦損失の増加による回転トルクの増大を防止でき、動力伝達効率を良好に保つことができる。

【0018】ボールねじ軸と、それに外嵌するボールナットと、前記ボールねじとボールナットにそれぞれ形成されたボールねじ溝の間に転動自在に収容された多数のボールとからなり、前記ボールナットが軸方向に二体配置され、ボールと両ボールねじ溝間に予圧を与えたダブルナット予圧式ボールねじにおいて、前記ボールねじ軸のボールねじ溝の断面形状と、前記ボールナットのボールねじ溝のボールと接触する半分側の断面形状とをいずれも単一半径の円弧で形成し、前記ボールねじ溝の他の半分側の断面形状を、ボールの転動挙動に干渉しない任意の形状に形成し、ボールとボールねじ溝との接触を2点接触状態とすることもできる。

【0019】このようにすれば、ボールナット側のボールと接触しない方のボールねじ溝は、ボールの転動に干渉しない範囲で任意の形状に形成できるので、前述の場合と同様に、ボールナット側のボールねじ溝の半径をボールのそれに近づけて形成しても、ボールねじが組み立てにくくなることはない。そして、2点接触状態を保つことにより、前述のように、摩擦損失の増大による回転トルクの増加、即ち動力伝達効率の低下を防止することができる。

【0020】前記ボールと両ボールねじ溝との初期接触角 $\theta$ が $40^\circ$ から $50^\circ$ の範囲にあることが望ましい。ここで、初期接触角 $\theta$ は、ボールねじ作動前の初期状態で、ボールとボールねじ溝との接触点とボールの中心とを含む面内において、ボールの中心を通り、ボールねじ軸に垂直な線から接触点までの角度である。

【0021】前記初期接触角 $\theta$ が $40^\circ$ よりも小さくなると、両ボールねじ溝間でボールがガタついて、ボールねじ軸が空回りして、ボールナットの軸方向への移動が不安定になるおそれがあり、また、初期接触角 $\theta$ が $50^\circ$ よりも大きくなると、ボールねじ軸側のボールねじ溝

とボールナット側のボールねじ溝間のリードの差、即ちリード誤差が大きくなり、すべり摩擦力、即ち転動摩擦力が増大して、ボールがねじ溝間を転動しにくくなる。上述のような、初期接触角 $\theta$ の範囲を選択すれば、両ボールねじ溝間でのボールのガタつきによるボールナットの軸方向の移動が不安定になることを防止でき、かつ、前記リード誤差を小さくすることができ、前記ねじ溝間にボールを円滑に転動させることができる。

【0022】前記ボールねじ軸及びボールナットのボールねじ溝の単一半径と前記ボールの直径との比率が0.5よりも大きく、0.52以下であることが望ましい。

【0023】このように、両ボールねじ溝の半径とボールの直径との比を0.52以下にすれば、前記リード誤差を常に、良好な転動状態を維持するために必要な $1\mu\text{m}$ 以下に抑えることができる。なお、前記両ボールねじ溝の半径は、ボールのそれよりも大きくする必要があるので、ボールねじ溝の半径とボールの直径との比率は0.5よりも大きくすることが必要である。

【0024】前記ボール間に間隔保持部材を挿入することが望ましい。

【0025】このようにすれば、隣り合うボールの間隔は一定に保たれるので、それらが競り合って、大きな回転トルク変動を引き起こすおそれがなくなる。

【0026】

【発明の実施の形態】以下に、この発明の実施の形態を添付の図1から図7に基づいて説明する。

【0027】この発明の実施形態のダブルナット予圧式ボールねじ1は、図1に示すように、ボールねじ軸2の外周面にボールねじ溝3が形成され、このボールねじ軸2にボールナット4、5が外嵌され、その内周面にボールねじ溝3に対向するボールねじ溝6、7が形成され、対向するボールねじ溝3、6及びボールねじ溝3、7間にボール8が転動自在に介在している。前記ボールナット4、5は、タンデムに配置され、これらのボールナット4、5間にスペーシング9が介挿された構造となっている。

【0028】前記ボールナット4の一端側には、前記の産業機械や装置などに取り付けるためのフランジ部10が形成され、前記ナット4、5の端面には異物の侵入を防止するために、シール11、11aが装着されている。図1(b)に示すように、ボールナット4、5の各端部に、軸方向に垂直に形成された挿入穴12、12aに、コ字形のボールのリターンチューブ13、13aの両端部が挿入され、前記リターンチューブ13、13aは、固定金具14、14aによって、ボールナット4及び5に固定されている。

【0029】前記ボールねじ軸2を回転させてボールねじを作動させると、ボール8は、ボールねじ溝3、6、及びボールねじ溝3、7との接触点において受けるすべり摩擦力によって、両ねじ溝間をらせん方向に転動し、



ボールナット4、5の図示左端に達し、前記リターンチューブ13、13aの図示左側の端部から図示右方向に前記リターンチューブ13、13a内を移動し、図示右側の端部からボールねじ溝3、6間、及びボールねじ溝3、7間にそれぞれ戻される。このように、ボールねじ軸2を回転させると、転動するボール8を介して、ボールナット4、5に動力が伝達される。

【0030】前記ねじ溝3、6及び7は、ボールナット4、5側の横断面形状をそれぞれ図2(a)及び(b)に示すように、いずれも等しい単一半径 $R_s$ 、 $R_n$ の円弧で形成され、前記スペーシング9の介挿により、ボールナット4、5のボールねじ溝6、7は、ボールねじ軸2のボールねじ溝3に対して、それぞれ相反する方向にずれて、ボール8とボールねじ溝3、6間、及びボール8とねじ溝3、7間に引張り予圧が付与されている。そして、この引張り予圧により、ボール8は、前記ボールねじ軸2のボールねじ溝3と接触点K1で、前記ボールナット4、5のボールねじ溝6、7と接触点K2で、各1点ずつ、いずれも、初期接触角 $\theta$ で2点接触をしている。ここで、初期接触角 $\theta$ は、前述のように、接触点K1、K2とボール8の中心Cとを含む面内において、前記中心Cを通り、前記ボールねじ軸2に垂直な線から接触点K1、K2までの角度である。

【0031】前記ボールねじ軸2を回転させてボールねじ1を作動させると、ボール8は、まず、図3(a)及び(b)に示すように、その転動方向に直角な断面内を、前述のように、すべり摩擦力とねじ溝からの弾性復元力が釣り合うまで移動して、初期接触角 $\theta$ が、各ボールねじ軸2のボールねじ溝3については、反時計回りに $\alpha$ だけ変位し、ボールナット4、5のボールねじ溝6、7については、時計方向に $\alpha$ だけ変位して定常状態に達した後、ボール8はボールねじ溝3と6間、同3と7間を転動する。前記の変位角 $\alpha$ は、ボール8と前記ねじ溝との間のすべり摩擦係数を最大0.1と見なすと、およそ $6^\circ$ 以内となる。

【0032】前記のボール8とボールねじ溝3、6及び7との接触角が $\alpha$ だけ変位する過程で、ボール8の移動がボールねじ溝6及び7に及ぼす力によって、ボールナット4、5がいずれも図示矢印の方向に移動する。このボールナット4、5の移動によって、ボールねじ溝6、7のリード $L$ (図1参照)、即ち前記スペーシング9を挟んだボールナット4側のボールねじ溝6とボールナット5側のボールねじ溝7間のリード $L$ が変化する。このようなリード $L$ の変化、即ちリード誤差 $\Delta L$ を生じると、ボールナット4側とボールナット5側とで、転動状態が不揃いになるので、ボールねじ軸2の回転により伝達される動力が様でなくなり、ボールナット4、5の移動が円滑に行われなくなる。

【0033】図4は、前述の初期接触角 $\theta$ の適正範囲 $0^\circ \leq \theta \leq 50^\circ$ について、ボールねじ軸2のボールね

じ溝3の半径 $R_s$ とボールナット4、5のボールねじ溝6、7の半径 $R_n$ を等しくし、この半径 $R_s$ 、 $R_n$ のボール直径 $D$ に対する比率 $F$ ( $F = R_s / D = R_n / D$ )を変化させて、前記リード誤差 $\Delta L$ を実測した結果である。同図から、リード誤差 $\Delta L$ を、良好な転動状態を維持するために必要な $1\mu\text{m}$ 以下に抑えるためには、前記比率 $F$ を0.52以下にすることが必要であることが判明した。

【0034】図5(a)、(b)、(c)は、他の実施形態のダブルナット予圧式ボールねじのボールねじ軸2及びボールナット4、5(図1参照)のボールねじ溝6及び7のボール8の転動方向に直角な断面形状を示したものである。

【0035】図5(a)に示すように、前記ボールナット4のボールねじ溝6aに凹条15を設けて、円弧 $P_{n1}$ 、 $P_{n2}$ の各中心 $C_{n1}$ 、 $C_{n2}$ をボールねじ溝6aの幅が広がる方向に変位させて、ボール8の半径よりも大きい同一半径 $R_n$ の円弧 $P_{n1}$ 及び $P_{n2}$ に分割して、ボールねじ溝6aを、前記凹条15とその両側の円弧 $P_{n1}$ 、 $P_{n2}$ で形成し、そして、前記ボールねじ軸2のボールねじ溝3をボール8の半径よりも大きい単一半径 $R_s$ の円弧で形成することにより、ボール8が両ボールねじ溝6a及び3に1点ずつ接触する2点接触状態に保つことができる。

【0036】図5(b)に示すように、前記ボールねじ軸2のボールねじ溝3aに凹条15aを設けて、円弧 $P_{s1}$ 、 $P_{s2}$ の各中心 $C_{s1}$ 、 $C_{s2}$ をボールねじ溝3aの幅が広がる方向に変位させて、ボール8の半径よりも大きい同一半径 $R_s$ の円弧 $P_{s1}$ 及び $P_{s2}$ に分割して、ボールねじ溝3aを、前記凹条15aとその両側の円弧 $P_{s1}$ 、 $P_{s2}$ で形成し、前記ボールナット4のボールねじ溝6をボール8の半径よりも大きい単一半径 $R_n$ の円弧で形成することによっても、ボール8が前記両ボールねじ溝3a及び6に1点ずつ接触する2点接触状態に保つことができる。

【0037】また、図5(c)に示すように、前記ボールナット4のボールねじ溝6aとボールねじ軸のボールねじ溝3aのいずれにも、前記凹条15、15aを設けて、前記ボールねじ溝6aを凹条15とその両側のボールのよりも大きい単一半径の円弧 $P_{n1}$ 、 $P_{n2}$ で形成し、前記ボールねじ溝3aを凹条15aとその両側のボールのよりも大きい単一半径の円弧 $P_{s1}$ 、 $P_{s2}$ で形成しても、前述の場合と同様に、2点接触状態を保つことができる。

【0038】このようにすれば、ボールねじ軸2のボールねじ溝3a及びボールナット4のボールねじ溝6aの幅を、これらのボールねじ溝3a、6aの半径を大きくせずに広げることができるので、転動状態を安定させるために、両ボールねじ溝の半径をボール8のそれに近づけて形成しても、ボールねじの組み立てが容易となる。

そして、2点接触状態を保つことにより、前述のように、摩擦損失の増加による回転トルクの増大、即ち動力伝達効率の低下を防止することができる。

【0039】なお、前記ボールナット5側についても、図5(a)から(c)に示したように、両ボールねじ溝7、3を形成することができる。

【0040】図6は、他の実施形態のダブルナット予圧式ボールねじのボールねじ溝の横断面形状を示したもので、前記ボールねじ軸2のボールねじ溝3がボールの半径よりも大きい単一半径 $R_s$ で形成され、前記ボールナット4、5のボールねじ溝6bのボール8と接触する半分側 $P_n3$ をボールの半径よりも大きい単一半径 $R_n$ の円弧で形成し、前記ボールナット4のボールねじ溝6bのボール8と接触しない他の半分側 $P_n4$ を、ボール8に転動状態に干渉しない任意の形状に形成して、ボール8が前記両ボールねじ溝3、6にそれぞれ1点ずつ接触する2点接触状態を保つようにすることもできる。ボールナット5側のねじ溝についても同様に形成することができる。

【0041】このようにすれば、ボールナット4側のねじ溝6bのボール8と接触しない半分側 $P_n4$ は、ボール8の転動に干渉しない範囲で任意の形状に形成できるので、前述の場合と同様に、ボールねじ溝の曲率をボールのそれに近づけて形成しても、ボールねじを容易に組み立てることができる。ボールナット5側についても同様である。

【0042】図7は、さらに他の実施形態を示したもので、図1に示したボールねじ軸2のボールねじ溝3及びボールナット4、5のボールねじ溝6、7間に、隣り合うボール8、8の間隔を一定に保つための間隔保持部材16を設けている。前記間隔保持部材16により、隣り合うボール8同士が競り合うことによるボールねじ軸2の回転トルクが大きく変動することを防止することができる。

【0043】なお、前記各実施形態のボールねじ溝及び間隔保持部材は、引張り予圧のダブルナット予圧式ボールねじのみならず、圧縮予圧のダブルナット予圧式ボールねじについても適用できる。

【0044】

【発明の効果】以上のように、この発明によれば、ダブルナット予圧式ボールねじのボールねじ溝の断面形状をボールの半径よりも大きい単一半径の円弧で形成し、この単一半径のボールの直径に対する比率やボールとボールねじ溝との初期接触角などを適正化して、ボールが常に、ボールねじ軸及びボールナットの両ボールねじ溝にそれぞれ1点ずつ接触する2点接触状態を保つようにしたので、ボールねじを作動させても、ボールとねじ溝との接触点が増加せず、摩擦損失の増加によるボールねじ軸の回転トルクの増加や変動を防止でき、動力伝達効率の良好なボールねじを実現することができる。

【0045】また、前述のように、ボールねじ溝を分割して形成することにより、またはボールナット側のボールねじ溝を非対称に形成することにより、転動状態を良好にするために、ボールねじ溝の半径をボールのそれに近づけた場合でも、ボールねじの組立てが容易となる。

【図面の簡単な説明】

【図1(a)】この発明の実施形態のダブルナット予圧式ボールねじの縦断正面図

【図1(b)】同上の平面図

【図2】(a)実施形態の一方のボールナット側のボールとボールねじ溝との初期接触状態を示す拡大した縦断正面図

(b) 同上の他方のボールナット側のボールとボールねじ溝との初期接触状態を示す拡大した縦断正面図

【図3】(a) 同上の一方のボールナット側のボールとボールねじ溝とのボールねじの作動後の接触状態を示す拡大した縦断正面図

(b) 同上の他方のボールナット側のボールとボールねじ溝とのボールねじの作動後の接触状態を示す拡大した縦断正面図

【図4(a)】比率 $F$ 及び初期接触角 $\theta$ がボールねじ溝のリード誤差に及ぼす影響を示す説明図

【図4(b)】同上のボールねじ溝の半径とボールの直径との比率 $F$ を示す説明図

【図5】(a)他の実施形態のボールナット側のボールねじ溝の分割状態を示す横断正面図

(b) 同上のボールねじ軸側の分割状態を示す横断正面図

(c) 同上のボールねじ軸側及びボールナット側のボールねじ溝の分割状態を示す横断正面図

【図6】他の実施形態のボールナット側のボールねじ溝を非対称に形成した状態を示す横断側面図

【図7】他の実施形態のボール間に間隔保持部材を挿入したボールねじ溝の横断側面図

【図8(a)】従来のダブルナット予圧式ボールねじの縦断正面図

【図8(b)】同上の平面図

【図9】(a)従来のダブルナット予圧式ボールねじの一方のボールナット側のボールとボールねじ溝との初期接触状態を示す拡大した縦断正面図

(b) 従来のダブルナット予圧式ボールねじの他方のボールナット側のボールとボールねじ溝との初期接触状態を示す拡大した縦断正面図

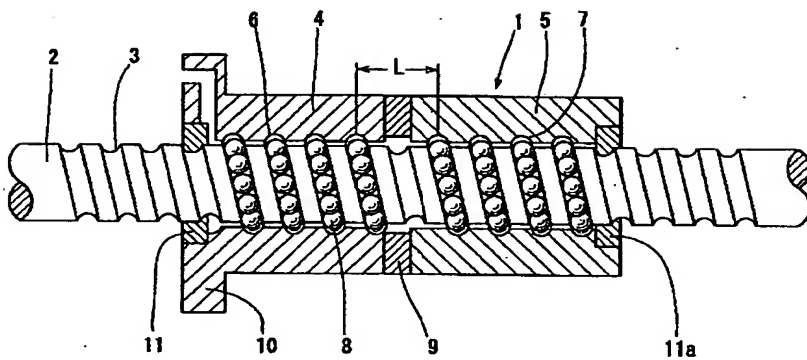
【図10】(a)従来の一方のボールナット側のボールとボールねじ溝とのボールねじ作動後の接触状態を示す拡大した縦断正面図

(b) 従来の他方のボールナット側のボールとボールねじ溝とのボールねじの作動後の接触状態を示す拡大した縦断正面図

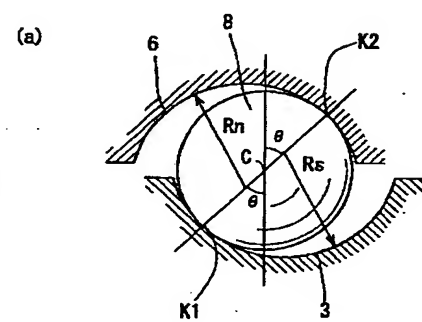
【符号の説明】

- |                |                           |
|----------------|---------------------------|
| 1 ボールねじ        | 12、12a 挿入部                |
| 2 ボールねじ軸       | 13、13a リターンチューブ           |
| 3、3a ボールねじ溝    | 14、14a 固定金具               |
| 4、5 ボールナット     | 15、15a 凹条                 |
| 6、6a、6b ボールねじ溝 | 16 間隔保持部材                 |
| 7 ボールねじ溝       | C ボールの中心                  |
| 8 ボール          | Cs、Cn 円弧の中心               |
| 9 スペーシング       | K1、K2 接触点                 |
| 10 フランジ部       | Ps1、Ps2、Pn1、Pn2 ボールねじ溝の円弧 |
| 11、11a シール部    |                           |

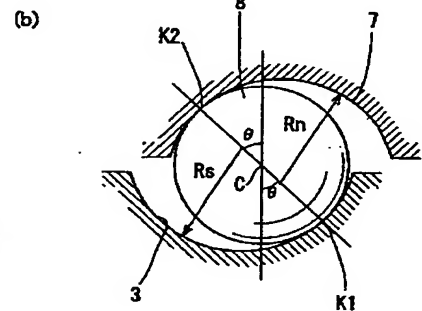
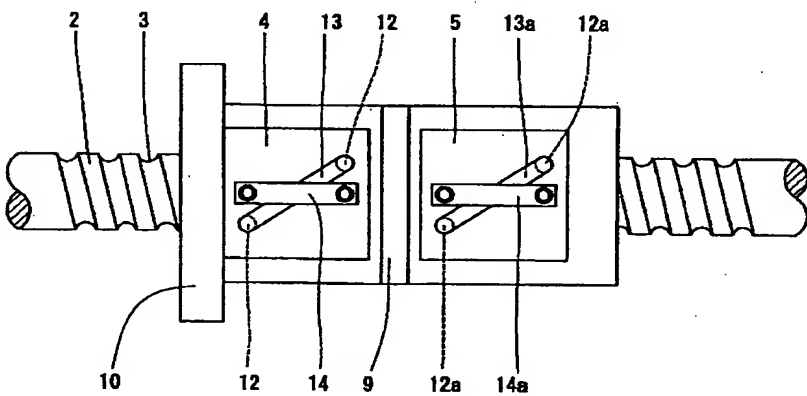
【図1(a)】



【図2】

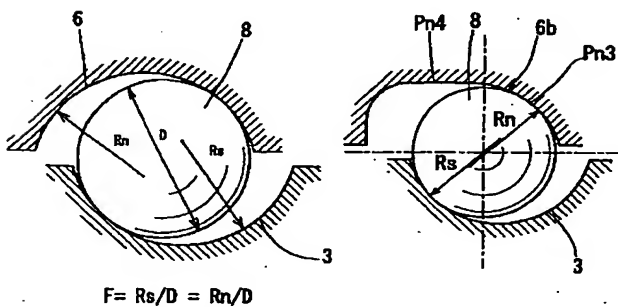


【図1(b)】



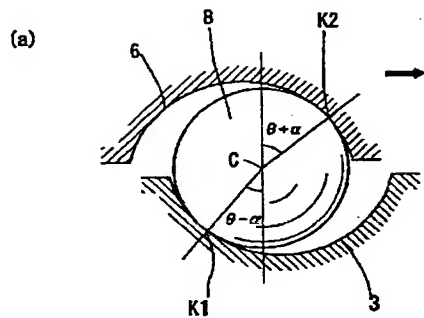
【図4(b)】

【図6】

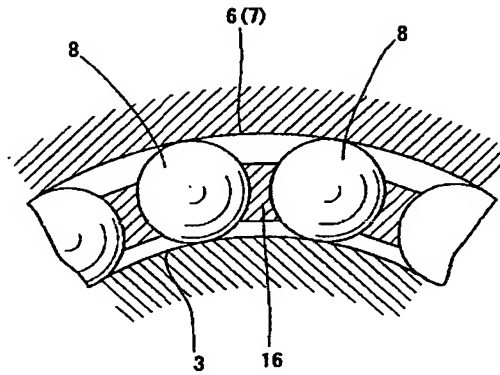


$$F = R_s/D = R_n/D$$

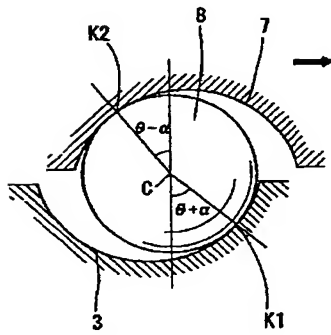
【図3】



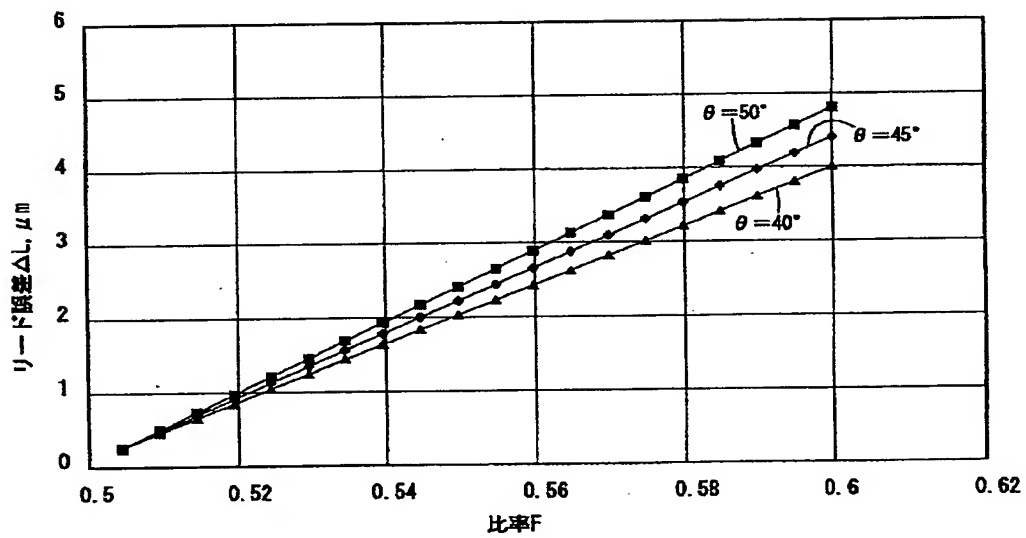
【図7】



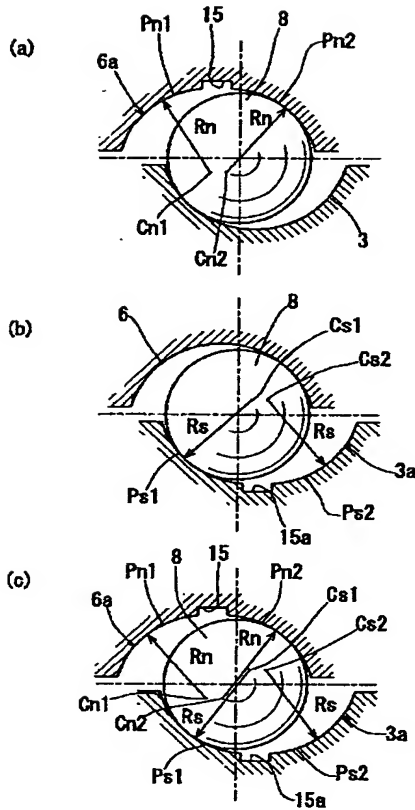
(b)



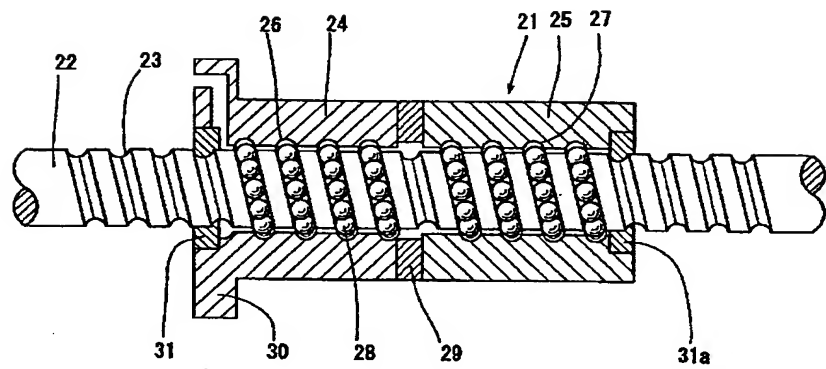
【図4 (a)】



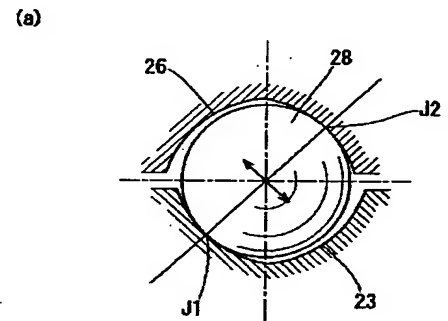
【図5】



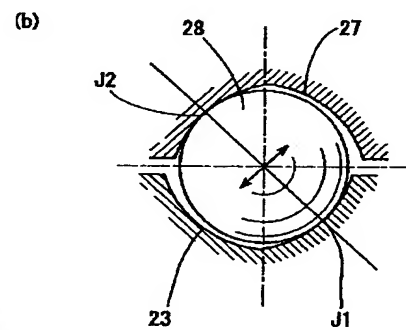
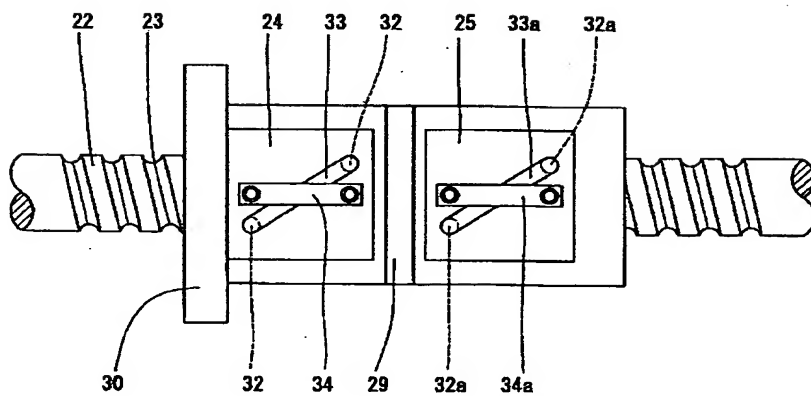
【図8(a)】



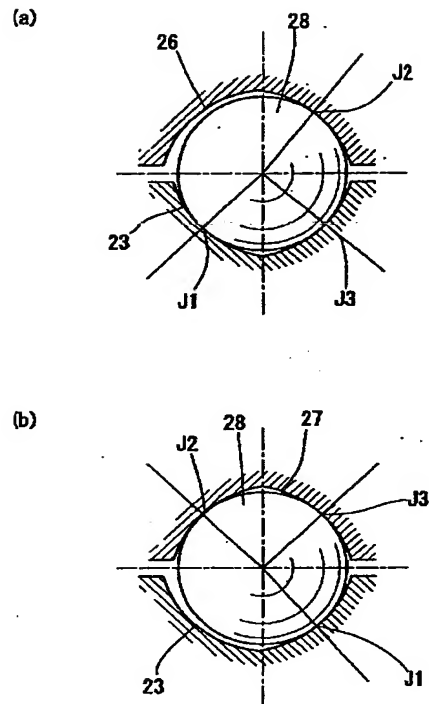
【図9】



【図8(b)】



【図10】



フロントページの続き

(72)発明者 田本 英樹  
三重県桑名市大字東方字尾弓田3066 エヌ  
ティエヌ株式会社内

Fターム(参考) 3J062 AA07 AA21 AA25 AA28 AA38  
AB22 AC07 BA01 BA32 CD04  
CD22 CD47 CD54 CD60